


## System and method for depassivating a passivated lithium battery in a battery powered microprocessor controlled device

**Patent number:** US4839248  
**Publication date:** 1989-06-13  
**Inventor:** MAGNUSSEN JR HAAKON T (US); MOELLER ROY P (US); PALMER PHILLIP S (US); SMITH GARY L (US)  
**Applicant:** RAININ INSTR CO INC (US)  
**Classification:**  
**- international:** **G01R31/36; H01M10/42; G01R31/36; H01M10/42;**  
 (IPC1-7): H01M10/48  
**- european:** G01R31/36V1C1; H01M10/42  
**Application number:** US19880144179 19880115  
**Priority number(s):** US19880144179 19880115

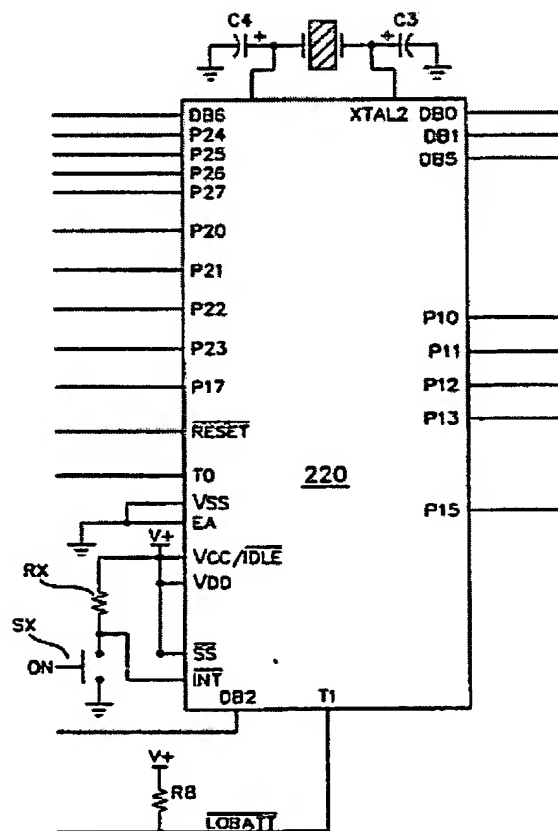
Also published as:

 WO8906868 (A)  
 EP0444023 (A1)  
 EP0444023 (A4)  
 EP0444023 (B1)

Report a data error he

### Abstract of US4839248

A system for depassivating a passivated lithium battery in a battery powered microprocessor controlled device by successively and momentarily drawing current from the passivated battery after a turn on of the device while monitoring the power delivery condition of the battery under a load condition until salt crystals on an electrode of the battery are dissipated and the battery is returned to a useful power delivery condition or until a predetermined period of time has elapsed without the battery returning to the useful power delivery condition, whichever is sooner.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

Docket # 2004P04893

Applic. # 10/576,400






Applicant: Graf, et al.

Lerner Greenberg Steiner LLP  
Post Office Box 2480  
Hollywood, FL 33022-2480  
Tel: (954) 925-1100 Fax: (954) 925-1101

## System and method for depassivating a passivated lithium battery in a battery powered microprocessor controlled device

**Patent number:** DE68925585T  
**Publication date:** 1996-09-19  
**Inventor:** MAGNUSSEN HAAKON (US); MOELLER ROY (US); PALMER PHILLIP (US); SMITH GARY (US)  
**Applicant:** RAININ INSTR CO INC (US)  
**Classification:**  
**- international:** **G01R31/36; H01M10/42; G01R31/36; H01M10/42;** (IPC1-7): H01M10/48; G01R31/36; H01M10/42  
**- european:** G01R31/36V1C1; H01M10/42  
**Application number:** DE19896025585T 19890113  
**Priority number(s):** US19880144179 19880115; WO1989US00129 19890113

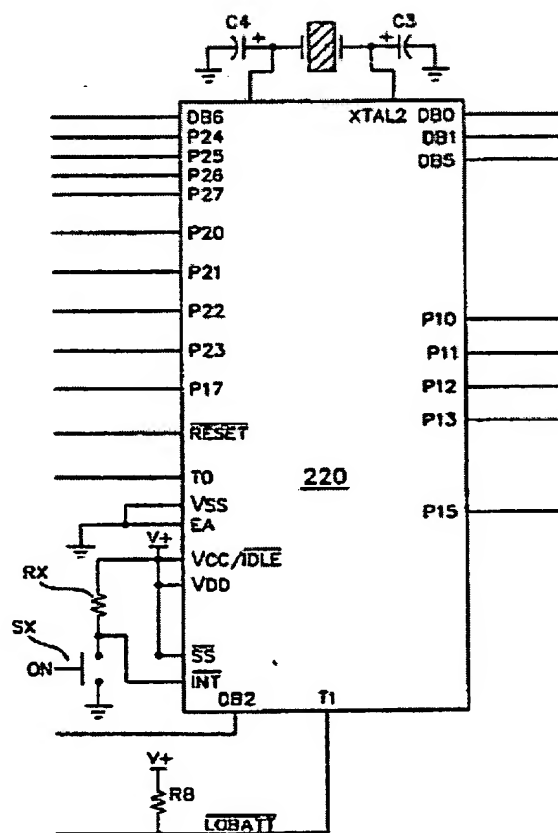
Also published as:

 WO8906868 (A)  
 EP0444023 (A1)  
 US4839248 (A1)  
 EP0444023 (A4)  
 EP0444023 (B1)

Report a data error he

Abstract not available for DE68925585T  
 Abstract of corresponding document: **US4839248**

A system for depassivating a passivated lithium battery in a battery powered microprocessor controlled device by successively and momentarily drawing current from the passivated battery after a turn on of the device while monitoring the power delivery condition of the battery under a load condition until salt crystals on an electrode of the battery are dissipated and the battery is returned to a useful power delivery condition or until a predetermined period of time has elapsed without the battery returning to the useful power delivery condition, whichever is sooner.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



①⑨ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENTAMT**

⑫ **Übersetzung der  
europäischen Patentschrift**

⑧⑦ **EP 0 444 023 B1**

⑩ **DE 689 25 585 T 2**

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**H 01 M 10/48**  
H 01 M 10/42  
G 01 R 31/36

②① Deutsches Aktenzeichen:	689 25 585.3
⑧⑥ PCT-Aktenzeichen:	PCT/US89/00129
⑧⑥ Europäisches Aktenzeichen:	89 902 118.2
⑧⑦ PCT-Veröffentlichungs-Nr.:	WO 89/06868
⑧⑥ PCT-Anmeldetag:	13. 1. 89
⑧⑦ Veröffentlichungstag der PCT-Anmeldung:	27. 7. 89
⑧⑦ Erstveröffentlichung durch das EPA:	4. 9. 91
⑧⑦ Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA:	31. 1. 96
④⑦ Veröffentlichungstag im Patentblatt:	19. 9. 96

③⑩ Unionspriorität: ③② ③③ ③①

15.01.88 US 144179

⑦③ Patentinhaber:

Rainin Instruments Co., Inc., Emeryville, Calif., US

⑦④ Vertreter:

LEINWEBER & ZIMMERMANN, 80331 München

⑧④ Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB

⑦② Erfinder:

MAGNUSSEN, Haakon, T., Jr., Orinda, CA 94563, US;  
MOELLER, Roy, P., Hayward, CA 94541, US;  
PALMER, Phillip, S., Oakland, CA 94610, US; SMITH,  
Gary, L., Walnut Creek, CA 94596, US

⑥④ **EINRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM ENTPASSIVIEREN EINER PASSIVIERTEN LITHIUMBATTERIE IN  
EINER BATTERIEBETRIEBENEN MIKROPROZESSORSTEUERUNG**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patentamt inhaltlich nicht geprüft.

**DE 689 25 585 T 2**

**DE 689 25 585 T 2**

### HINTERGRUND DER ERFINDUNG

Die vorliegende Erfindung betrifft ein System und ein Verfahren zur Entpassivierung einer passivierten Lithiumbatterie in einer batteriebetriebenen mikroprozessorgesteuerten Vorrichtung.

Lithiumbatterien werden immer mehr zum Betrieb von tragbaren mikroprozessorgesteuerten Geräten verwendet. Je mehr sie verwendet werden, desto mehr wird man sich bewußt, daß Lithiumbatterien einer Spannungsverzögerung unterliegen, die manchmal ein unerwünschtes Ausmaß annimmt. Genau genommen ist die Spannungsverzögerung die Zeit, die eine Batterie braucht, um nach dem Anlegen einer Last einen annehmbaren Spannungs- oder Leistungsabgabezustand zu erreichen. Lithiumbatterien unterliegen oft Spannungsverzögerungen bis zu mehreren Sekunden, da die Lithiumanode innerhalb solcher Batterien mit der Zeit eine Passivierung erfährt. Das heißt, es bilden sich Salzkristalle auf der Lithiumoberfläche der Anode, die den Innenwiderstand der Batterie erhöhen und ihre Ansprechigenschaften verringern. Die Passivierung in Lithiumbatterien scheint zeit- und temperaturempfindlich zu sein. Je länger eine Lithiumbatterie bei hohen Temperaturen gelagert wird und je länger der Zeitraum zwischen dem Anlegen elektrischer Lasten an eine Lithiumbatterie ist (z.B. durch das Einschalten des Geräts, in dem sich die Batterie befindet), desto größer ist die Passivierung und die Verzögerungszeit.

Natürlich ist jede derartige Spannungsverzögerung unerwünscht. In einigen Fällen führt eine unerwünschte Spannungsverzögerung lediglich zur Verärgerung des Benutzers, der länger als gedacht warten muß, bis ein mit Lithiumbatterien betriebenes Gerät nach dem Einschalten reagiert. In anderen Fällen, insbesondere wenn das batteriebetriebene Gerät mikroprozessorgesteuert ist, kann eine übermäßige Spannungsverzögerung mehr als ärgerlich sein und dazu führen, daß das Gerät als Reaktion auf die durch den Mikroprozessor verursachten Fehlinformationen - die Batterie sei tot oder in einem solchen Alters- oder Leistungsabgabezustand, daß sie ersetzt werden muß -

unerwünschte Betriebsbedingungen annimmt. Ein solcher Zustand kann in batteriebetriebenen Mikroprozessorsteuerungen entstehen, die konstruiert sind, zu kontrollieren, ob die Batterie schwach ist und, falls dies festgestellt wird, ein Signal an den Mikroprozessor auszusenden, das die Tastatur und andere Funktionen des Geräts unter der Mikroprozessorsteuerung sperrt.

In der Vergangenheit ging man das Problem der unerwünschten Spannungsverzögerung im Zusammenhang mit Lithiumbatterien an, indem Batteriehersteller die Lithiumoberflächen der Elektroden in ihren Lithiumbatterien chemisch beschichteten. In der Praxis stellte dies jedoch keine vollkommene Lösung des Problems dar. Eine große Anzahl an Lithiumbatterien unterliegt noch immer besonders dann einer unerwünschten Passivierung und damit einer Spannungsverzögerung, wenn derartige Batterien bei hohen Temperaturen über längere Zeiträume gelagert oder in batteriebetriebene Geräte eingebaut und dann nur selten verwendet werden.

JP-A-59-154768 offenbart eine Vorrichtung zur Entpassivierung einer Lithiumbatterie durch in der Folge als augenblicksweise bezeichnete kurzzeitige Stromentnahme aus der passivierten Batterie.

FR-A-1 505 238 offenbart ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Entpassivierung einer Batterie, worin Strom aus der Batterie entnommen und mittels eines Oszilloskops kontrolliert wird.

### ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

Die vorliegende Erfindung spricht das Problem der Passivierung in Lithiumbatterien nicht von der inneren Struktur oder einem chemischen Standpunkt her an, sondern bietet eine besonders für Mikroprozessorsteuerungen geeignete elektronische Lösung. Genauer gesagt bietet die vorliegende Erfindung ein elektronisches System und Verfahren zur Entpassivierung einer passivierten Lithiumbatterie in einem

batteriebetriebenen Gerät. Das Verfahren und das System eignen sich besonders zur Steuerung durch einen Mikroprozessor innerhalb des Geräts, um beim Einschalten des Geräts sukzessiv und nur augenblicksweise Strom aus der passivierten Batterie zu entnehmen, während der Leistungsabgabezustand der Batterie unter einer Lastbedingung kontrolliert wird. Der der Batterie entnommene Strom bewirkt eine Zerstreuung der Salzkristalle auf der Lithiumanode innerhalb der Batterie, wodurch die Batterie entpassiviert und rasch in einen brauchbaren Leistungsabgabezustand zurückgeführt wird; zu diesem Zeitpunkt wird der Entpassivierungsvorgang angehalten. Dieses Ergebnis tritt innerhalb einer minimalen Zeitdauer mit einem äußerst geringen Leistungsverbrauch und ohne Funktionsverlust des Mikroprozessors beim Einschalten des durch eine passivierte Lithiumbatterie versorgten Geräts ein.

In einer besonders bevorzugten, für eine Mikroprozessorsteuerung geeigneten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung werden eine Diode und ein Kondensator (in Reihe geschaltet) parallel mit der Lithiumbatterie verbunden, sodaß die Batterie bei offenem Schaltungskreis den Kondensator auflädt, um an ihm eine Spannung  $V+$  zu entwickeln. Ein erstes Schaltungsmittel verbindet  $V+$  mit dem Mikroprozessor, um diesen beim Einschalten des Geräts mit elektrischer Energie zu versorgen. Ein zweites, durch den Mikroprozessor gesteuertes Schaltungsmittel stellt eine Schaltungsverbindung zwischen der Batterie und dem Gerät her, um eine Batteriespannung  $V$  batt beim Einschalten des Geräts an dieses anzulegen, sodaß Strom aus der Batterie entnommen wird, während der Mikroprozessor durch  $V+$  mit elektrischer Energie versorgt wird. Ein Kontrollmittel überwacht  $V$  batt und legt ein Signal, das niedere Batteriewerte signalisiert, an den Mikroprozessor an, wenn  $V$  batt unter einem vorbestimmten Wert liegt. Ein Entpassivierungsmittel, das durch den Mikroprozessor gesteuert wird und auf ein Einschalten des Geräts reagiert, aktiviert augenblicksweise das zweite Schaltungsmittel, um augenblicksweise Strom aus der Batterie zu entnehmen, und fragt augenblicksweise das Kontrollmittel nach einem Signal für schwache Batterie ab. Als Reaktion auf ein Signal niederer Batteriewerte führt das Entpassivierungsmittel die Batterie in einen Leerlaufzustand zurück, um den Kondensator erneut auf  $V+$



aufzuladen, und aktiviert dann wieder das zweite Schaltungsmittel, um wiederum augenblicksweise Strom aus der Batterie zu entnehmen. Dieses Verfahren wiederholt sich, bis das Entpassivierungsmittel Salzkristalle auf einer Elektrode der Lithiumbatterie zerstreut hat, um die Batterie in einen brauchbaren Leistungsabgabezustand zur Versorgung des Geräts zurückzuführen, oder bis eine vorbestimmte Zeitspanne verstrichen ist, während der die Batterie nicht in einen brauchbaren Leistungsabgabezustand zurückkehrte - je nachdem, welches dieser beiden Ereignisse zuerst eintritt. Wenn die Batterie während der vorbestimmten Zeitspanne nicht in einen brauchbaren Leistungsabgabezustand zurückkehrt, muß die Batterie möglicherweise ersetzt werden, oder der Benutzer betätigt erneut das Entpassivierungsmittel, indem er das Gerät augenblicksweise ausschaltet und dann wieder einschaltet, um den Entpassivierungsvorgang zu wiederholen.

Die obigen und andere Merkmale des Systems und des Verfahrens zum Betrieb der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus den beigelegten Abbildungen und der folgenden ausführlichen Beschreibung einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung

#### KURZE BESCHREIBUNG DER ABBILDUNGEN

Fig.1 ist ein Fließschema in Blockform, das eine vereinfachte Version des Verfahrens zur Entpassivierung einer passivierten Lithiumbatterie in einer mikroprozessorgesteuerten Vorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung darstellt.

Fig.2A ist ein Graph der Batteriespannung als Funktion der Zeit, der die Erholung einer passivierten Batterie durch den Betrieb der vorliegenden Erfindung nach Fig.1 zeigt.

Fig.2B ist eine vergrößerte Ansicht eines einzelnen Entpassivierungszyklus im Verfahren nach Fig.1, dargestellt durch eine vertikale Linie zwischen einer Basis der Spannungserholungseinhüllenden und einer Leerlaufbatteriespannung in Fig.2A.

Fig.3 zeigt, wie die in Figuren 3A, 3B und 3C dargestellten schematischen Schaltbilder zusammenhängen, um eine batteriebetriebene mikroprozessorgesteuerte Vorrichtung einschließlich des erfindungsgemäßen Entpassivierungssystems zu zeigen.

Fig.3A zeigt die Batteriestromzufuhr- und Tastaturschaltungen der mikroprozessorgesteuerten Vorrichtung mit dem erfindungsgemäßen Entpassivierungssystem.

Fig.3B zeigt die Mikroprozessorschaltung einschließlich eines Schalters zum vorübergehenden Einschalten, der das Gerät nach einer Zeit des Ausgeschaltetseins aktiviert und den Mikroprozessor aus einem Ruhezustand weckt.

Fig.3C zeigt Anzeige- und Lastschaltungen im Gerät unter der Steuerung des Mikroprozessors.

#### AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

Es folgt eine Beschreibung des bevorzugten erfindungsgemäßen Systems und Verfahrens in Zusammenhang mit der unabhängigen, automatisierten Hand-Pipette, die in der US PS 4.671.123, veröffentlicht am 9. Juni 1987 mit dem Titel "Methods and Apparatur for Pipetting and/or Titrating Liquids Using a Hand-Held Self-Contained Automated Pipette" beschrieben und veranschaulicht ist, sowie in Zusammenhang mit der automatisierten Pipette, die in der laufenden Patentanmeldung mit der Seriennummer 059.644, eingereicht am 8. Juni 1987 mit dem Titel "Portable Automated Pipette for Accurately Pipetting and/or Titrating Liquids" beschrieben und dargestellt ist, wobei die oben angeführte Patentschrift und laufende Patentanmeldung dem gleichen Zessionar wie die vorliegende Anmeldung übertragen wurden. Aus Gründen der Vollständigkeit sei gesagt, daß die obige Patentschrift und die laufende Patentanmeldung hierin durch Bezugnahmen zur Gänze aufgenommen sind. Weiters stimmen Figuren 3, 3A, 3B und

3C der vorliegenden Anmeldung mit den in ähnlicher Weise numerierten Figuren der obigen Patentschrift und Patentanmeldung mit Ausnahme der nachstehend angeführten Streichungen, Hinzufügungen und Änderungen der Batteriewiederaufladungsschaltung überein.

Die laufende Patentanmeldung beschreibt die Mikroprozessorschaltung 220 (Fig.3B) als integrierte Schaltung des 80C51 CMOS-Typs von OKI Corporation, Tokio. Alternativ dazu kann die Mikroprozessorschaltung 220 eine integrierte Schaltung des M50930 CMOS-Typs von Mitsubishi Electric Co., Japan sein. Solche Mikroprozessoren sind durch einen Ruhemodus und einen internen Speicher zur Speicherung kodierter Informationen gekennzeichnet, die über den Zustand des Geräts, das der Mikroprozessor steuert, Aufschluß geben. Im Ruhemodus wird der Mikroprozessor 220 nur mit einem Mindestwert gespeist, um Energie zu sparen. Es erfolgt keine Stromzufuhr zum Antrieb der Takt- und Tordfunktionen des Mikroprozessors.

In Fig.3B wird der Mikroprozessor durch Aktivierung eines Moment-Ein-Schalters SX in den Ruhezustand versetzt, der den Interruptanschluß des Mikroprozessors 220 mit Masse verbindet und eine Ruheroutine innerhalb des Mikroprozessors einleitet, die den Mikroprozessor in den Ruhemodus versetzt. Wenn der Schalter SX nicht geschlossen ist, verbindet er eine Spannung V+ (nachstehend beschrieben) mit dem Interruptanschluß durch einen Pullupwiderstand RX.

Beim augenblickswise Schließen des Schalters SX fragt die gleiche oder eine zugehörige Routine die Ausgangsanschlüsse P10-P13 des Mikroprozessors ab und speichert im Mikroprozessorspeicher kodierte Daten, die über den Betriebszustand des durch den Mikroprozessor gesteuerten Geräts zum Zeitpunkt des Ausschaltens und der Ruhemodus-Aktivierung innerhalb eines Mikroprozessors 220 Aufschluß geben. In der motorgesteuerten Pipette der Figuren 3A, 3B und 3C definiert der Zustand der Anschlüsse P10-P13, welche der Motorenwicklungen C1-C4 mit elektrischer Energie versorgt werden und somit die Drehposition der Motorantriebswelle in der Pipette. Im

Ruhemodus werden die Anschlüsse P10-P13 nicht mit elektrischer Energie versorgt, und die Schaltungen, die die Batterie 214 und daher V batt mit dem Pipettenantriebsmotor verbinden, werden in wirkungsvoller Weise zu offenen Schaltungen gemacht, um die Motorlast von der Batterie zu trennen. Die Batterie 214 nimmt dann einen Leerlaufzustand an und kehrt unabhängig von ihrem Leistungsabgabezustand unter Last zu ihrer Leerlaufspannung zurück.

Wenn gewünscht wird, das Gerät wieder zu betätigen und den Mikroprozessor zu aktivieren, drückt der Benutzer einfach den Moment-Ein-Schalter SX, um den Interruptanschluß des Mikroprozessors mit Masse zu verbinden. Dies leitet eine Aktivierungsroutine innerhalb des Mikroprozessors ein. V+ wird an den Mikroprozessor angelegt, um die Takt- und Torfunktionen des Mikroprozessors mit elektrischer Energie zu versorgen bzw. zu betreiben. Der Mikroprozessor leitet seinerseits eine Routine ein, der seinen Speicher abfragt und daraus die kodierten Daten abliest, die über den Zustand des Pipettenantriebsmotors zum Zeitpunkt des Ausschaltens des Geräts Aufschluß geben, und führt den Anschlüssen P10-P13 entsprechend Energie zu, bis sie den gleichen Zustand erreichen wie beim In-den-Ruhezustand-Versetzen des Mikroprozessors. Die gleichen Motorwicklungen C1-C4 werden mit elektrischer Energie versorgt, und der Motor nimmt den gleichen Betriebszustand wie beim Ausschalten des Geräts an. Ein solcher Betrieb des Mikroprozessors vervollständigt die Schaltungen zur Batterie 214, wobei V batt an die Motorschaltungen angelegt und Strom aus der Batterie unter Last wie beim Ausschalten des Geräts entnommen wird. Somit kommt es beim Ein- und Ausschalten der Motorschaltungen unter der Steuerung des Mikroprozessors 220 zu keiner Änderung der Drehposition der Motorantriebswelle.

In den Schaltungen der Figuren 3A, 3B und 3C ist die Batterie 214 eine Lithiumbatterie mit einer Leerlaufspannung von etwa 3,8 V. Wie bereits erwähnt, kann die Lithiumbatterie 214 besonders dann einer Passivierung ausgesetzt sein, wenn sie bei hohen Temperaturen vor dem Einbau in die motorbetriebene Pipette gelagert oder nach dem Einbau in die Pipette nur selten verwendet wurde. Wenn unter solchen

Bedingungen die Pipette durch Betätigung des Schalters SX eingeschaltet wird, ist die Ausgangsspannung der Batterie 214 möglicherweise geringer als dies zum Antrieb des Mikroprozessors 220 und der von ihm angesteuerten Motorschaltungen erforderlich wäre. Außer beim erfindungsgemäßen Entpassivierungssystem kann die passivierte Batterie 214 weiters beim Einschalten des Geräts und einer Aktivierung des Mikroprozessors 220 an 260 eine schwache Batterie anzeigen. Wie dies in der oben angeführten Patentschrift und laufenden Patentanmeldung beschrieben ist, wird eine solche Anzeige einer schwachen Batterie von einer Unterbrechung aller Tastaturfunktionen der motorgesteuerten Pipette begleitet. In dieser Hinsicht besagt die oben angeführte Patentschrift, daß ein Komparator 245  $V_{ref}$  und einen Spannungsteiler 246 verwendet, um ein Signal eines niedrigen Batteriestands an einen T1-Stift der Mikroprozessorschaltung 220 und diese wiederum an das LCD 260 auszusenden. Jedes Mal, wenn die Pipette auf Tastatureingaben oder das Drücken des Auslösers wartet, führt das Instrument eine Kontrolle hinsichtlich einer schwachen Batterie durch. Das Signal "Batterie schwach" aus dem Komparator 245 wird nur während jener Zeiträume überwacht, in denen die Wicklungen C1-4 des Motors nicht mit elektrischer Energie versorgt werden. Wenn eine schwache Batterie festgestellt wird, wird die Nachricht "Batterie schwach" durch die Pipette codiert und angezeigt. Diese Nachricht bleibt solange am LCD 260 sichtbar, solange der Zustand der schwachen Batterie zutrifft, jedoch nicht weniger als 250 Millisekunden. Während der Anzeige dieser Nachricht werden alle Tastatur- und Auslösefunktionen gesperrt.

In Fig.3A ist der Spannungsteiler 246 mit  $V_{batt}$  verbunden. Somit vergleicht der Komparator 245 die Ausgangsspannung der Batterie 245 unter Last mit der Bezugsspannung und erzeugt ein Signal "Batterie schwach", wenn sich die Batteriespannung ausreichend von der Bezugsspannung unterscheidet. Das Signal "Batterie schwach" wird an den Anschluß T1 des Mikroprozessors 220 angelegt, wie dies in Fig.3B angezeigt ist.

In der vorliegenden Erfindung wird die passivierte Lithiumbatterie 214 beim Einschalten des Geräts durch augenblicksweises Schließen des Schalters SX rasch entpassiviert, während der Mikroprozessor ausreichend Strom erhält, um seine Takt- und Torfunktionen zu speisen. Eine solche Entpassivierung tritt ein, bevor der Mikroprozessor mit seinen normalen Betriebsroutinen beginnt, um die zugehörige Pipette anzusteuern. Um dies zu erreichen, werden eine Diode CRX und ein Filterkondensator CX (in Reihe geschaltet) parallel mit der Batterie 214 verbunden. Die Diode CRX isoliert die Batterie 214 von den Zufuhranschlüssen des Mikroprozessors und den Sperr-Vorspannungen, wenn das Gerät eingeschaltet, und eine Spannung V+ an den Mikroprozessor angelegt wird. Der Filterkondensator ist vorzugsweise etwa 33 Mikrofara und ist vorgesehen, um darüber die Spannung V+ zum Befriedigen der geringen Leistungsbedürfnisse des Mikroprozessors über einen Zeitraum zu entwickeln, der dafür ausreicht, daß sich die Batterie 214 einer Entpassivierung unterziehen kann. Man beachte, daß die Spannung V+ an den Mikroprozessor 220 angelegt wird, während die Ausgangsspannung von der Batterie V<sub>batt</sub> an die Motorsteuerungsschaltungen in Fig.3C angelegt ist, wodurch der Betrieb eines Mikroprozessors die Schaltungen zur Batterie 214 schließt, um während des Entpassivierungsvorgangs Strom daraus zu entnehmen. Wenn sich der Mikroprozessor im Ruhezustand befindet und während des Entpassivierungsvorgangs, wenn die Anschlüsse P10-P13 nicht mit elektrischer Energie versorgt werden, kehrt die Batterie 214 in ihren Leerlaufzustand zurück und lädt durch die Diode CRX den Kondensator CX auf die Spannung V+ auf, die etwas weniger als die Leerlaufspannung der Batterie ist. Wenn die Leerlaufspannung etwa 3,8 V beträgt, ist V+ etwa 3,5 V.

Zur Erzielung der erwünschten Entpassivierung der passivierten Batterie 214 wird der Mikroprozessor 220 programmiert, um die folgenden Entpassivierungsanweisungen in einer Routine zu befolgen, die durch das augenblicksweises Schließen des Schalters SX zur Aktivierung des Mikroprozessors 220 eingeleitet wird.

## ENTPASSIVIERUNG (DEPASS)

INTO-Interrupt löschen

LCD-Speicher löschen

"—" in LCD-Speicher eingeben

LCD einschalten

Zeitgebereingang auf X/64 ändern

"EIN"-Taste sperren

Derzeitige Motorphase ermitteln

Zähler für abgelaufene Batterien auf 20 Sekunden einstellen

Batterie entpassivieren (PHASON)

Zeitgeber auf 10 Millisekunden einstellen

Phase einschalten und 10 Millisekunden warten

Zähler für abgelaufene Batterien dekrementieren

Wenn Zähler null

Phase ausschalten

Zeitgebereingabe auf X stellen

Summerzeichen ertönen lassen (BUZ)

Summerzeichen wieder ertönen lassen (BUZ)

"Batterie schwach" anzeigen (LOWB)

"EIN"-Taste freigeben

Wenn Zähler nicht null

Auf schwache Batterie überprüfen (TSTLOB)

Wenn Batterie schwach

Phase ausschalten

4 Millisekunden warten

Schleife, um Phase wieder einzuschalten (PHASON)

Wenn Batterie nicht schwach

"Batterie schwach"-Schaltung ausschalten

Zeitgeber auf 0,5 Sekunden einstellen

Phase 0,5 Sekunden lang eingeschaltet lassen

Phase ausschalten

Zeitgebereingabe auf X ändern

Summerzeichen ertönen lassen (BUZ)

Anzeige wiederaufbauen (REBLD)

"EIN"-Taste freigeben

Alle Unterbrechungen aufheben

ENTPASSIVIERUNG beenden.

Fig.1 ist ein Flußdiagramm einer vereinfachten Version der Routine, die oben in Form von Anweisungen dargelegt ist. Fig.2A ist ein Graph der Batteriespannung als Funktion der Zeit, der die Erholung der passivierten Batterie 214 durch das in Fig.1 dargestellte Verfahren nach der oben dargelegten Anweisungsroutine darstellt. Fig.2B ist eine große Ansicht eines einzelnen Entpassivierungszyklus im Verfahren nach Fig.1, dargestellt durch eine vertikale Linie zwischen einer Basis der Spannungserholungseinhüllenden in Fig.2A und einer Leerlaufbatteriespannung von etwa 3,8 V.

Wie aus Fig.1 ersichtlich, beginnt die Routine mit dem im Ruhemodus befindlichen Mikroprozessor 220. Ein Schließen des Moment-Ein-Schalters SX löscht den Interrupt durch Verbinden des Interruptanschlusses mit Masse. Zusätzlich wird in der oben beschriebenen Routine der LCD-Speicher gelöscht und das Symbol "—" in den Speicher gesetzt. Das LCD 260 wird dann eingeschaltet, um dem Benutzer "—" anzuzeigen. Der Benutzer weiß dann, daß die Pipette seine Betätigung des Geräts durch das Schließen des Moment-Ein-Schalters SX verarbeitet.

Als nächstes reagiert der Mikroprozessor auf die oben dargelegten Anweisungen, um die Eingabe an einen internen Zeitgeber innerhalb des Mikroprozessors zu ändern, sodaß der Zeitgeber auf jeden 64. Taktimpuls reagiert. Außerdem wird der Mikroprozessor daran gehindert, auf nachfolgende Vorgänge des Moment-Ein-Schalters SX während der Entpassivierung der Batterie 214 zu reagieren.



Wie bereits erwähnt und in der obigen Anweisungsroutine dargelegt, fragt der Mikroprozessor als nächstes seinen internen Speicher nach kodierter Information ab, die Aufschlüsse über den Zustand der Motorschaltung gibt, als das Gerät abgeschaltet und der Mikroprozessor in den Ruhezustand versetzt wurde. Solche kodierte Information wird bereitgestellt, um bei den Anweisungen "Phase einschalten" die Anschlüsse P10-P13 mit elektrischer Energie zu versorgen.

Der nächste Schritt in der Entpassivierungsroutine ist das Einstellen eines Zählers innerhalb des Mikroprozessors auf Zeitsperre nach Ablauf von 20 Sekunden. Der Zähler ist in den Anweisungen als "Zähler für abgelaufene Batterien" bezeichnet. Die Routine erreicht nun die Subroutine der entpassivierten Batterie mit dem Namen "Phason". Diese beginnt mit der Einstellung eines Zeitgebers innerhalb des Mikroprozessors auf 10 Millisekunden und dem Phaseneinschalten, um Strom aus der Batterie 214 durch die durch den Mikroprozessor gesteuerten Schaltungen zu entnehmen. Wenn dies eintritt, zählen der "Zähler für abgelaufene Batterien" und die Zeitgeberzählung auf null zu. Der Zähler wird abgefragt, und falls er einen Nullzustand erreicht hat, tritt die Ausschaltphase ein, um den Strom zu den Anschlüssen P10-P13 zu unterbrechen, sodaß die Stromentnahme aus der Batterie unterbunden wird. Der interne Zeitgeber wird auf seinen ursprünglichen Zustand eingestellt, Subroutinen werden eingeleitet, um zwei Summer- oder Pieptöne zu erzeugen, und das LCD 260 wird mit elektrischer Energie versorgt, um "Batterie schwach" anzuzeigen. Der Mikroprozessor wird dann konditioniert, auf nachfolgende vorübergehende Schließungen von SX zu reagieren und beginnt sein normales Betriebsprogramm unter einem Zustand geringer Batterieleistung.

Wenn der Zähler nicht null ist, wird Strom 10 Millisekunden lang aus der Batterie 214 entnommen, und der Mikroprozessor reagiert auf einen Test auf schwache Batterie durch Abfragen von Anschluß T1 hinsichtlich eines Signals "Batterie schwach". Wenn ein solches Signal vorhanden ist, werden die Anschlüsse P10-P13 nicht mehr mit elektrischer Energie versorgt, um die Batterie 214 in einen Leerlaufzustand

zurückzuführen und die Stromentnahme daraus zu unterbinden. Wenn dies eintritt, stellt der Mikroprozessor seinen internen Zeitgeber auf 4 Millisekunden. Während der Zeitgeber bis null zählt, lädt die Batterie 214 in einem Leerlaufzustand den Kondensator CX erneut auf V+ auf, und die Subroutine bildet eine Schleife zu Phason, um die soeben beschriebene Entpassivierungs-Subroutine zu wiederholen. Eine solche Wiederholung der Subroutine setzt sich fort, bis die wiederholte, augenblicksweise Stromentnahme aus der Batterie 214 die auf der Lithiumanode in der Batterie gebildeten Salzkristalle verstreut, um die Batterie in einen brauchbaren Leistungsabgabezustand über etwa 3 V zurückzuführen.

Wenn beim Test auf schwache Batterie die Abfrage des Anschlusses T1 durch den Mikroprozessor kein Signal "Batterie schwach" lokalisieren kann, schaltet sich die Schaltung für geringe Batterieleistung ab, und der Zeitgeber wird auf ½ Sekunde eingestellt. Die Anschlüsse P10-P13 bleiben mit elektrischer Energie versorgt, bis der Zeitgeber abläuft; ab diesem Zeitpunkt werden sie nicht mehr mit elektrischer Energie versorgt, der Zeitgeber kehrt in seinen ursprünglichen Zustand zurück, und die Summerton-Subroutine wird eingeleitet, um dem Benutzer die Bereitschaft des Geräts zur normalen Verwendung zu signalisieren. Wenn dies eintritt, wird wieder eine Anzeige des LCD 260 aufgebaut und der Mikroprozessor befähigt, auf die nachfolgende Betätigung des vorübergehenden Ein-Schalters SX zu reagieren, um den Mikroprozessor wiederum in einen Ruhemodus zu versetzen und das Gerät abzuschalten. Alle Interrupts werden gelöscht, und der Mikroprozessor steht bereit, den nachfolgenden Betrieb des Geräts als Reaktion auf die Eingabe des Benutzers über die Tastatur und die Betätigung des Auslösers innerhalb der Pipette zu steuern.

Wie bereits angeführt, sind Figuren 2A und 2B grafische Darstellungen der Erholung einer passivierten Lithiumbatterie in Einklang mit der oben beschriebenen Entpassivierungsroutine und dem Verfahren nach Fig.1. In Fig.2A ist jede Teilung entlang der X-Achse 500 Millisekunden und jede Teilung entlang der Y-Achse 0,5 V. Die Leerlaufspannung für die Batterie beträgt 3,8 V. Beim Einschalten des

batteriebetriebenen Geräts und dem Anlegen einer Last an die Batterie fällt die Ausgangsspannung der Batterie sofort auf etwa 2,5 V (dargestellt durch die erste vertikale Linie zwischen der Leerlaufspannung von 3,8 V und der Spannungserholungseinhüllenden, siehe Fig.2A). Ein solcher Spannungsausgang aus der Batterie liegt unterhalb des für den Komparator 245 durch die Bezugsspannung bereitgestellten Schwellenwerts, beispielsweise weniger als 3 V, und der Komparator entwickelt am Anschluß T1 des Mikroprozessors 220 ein Signal "Batterie schwach". Bei Beginn der Entpassivierungsroutine wird - wie dies am deutlichsten aus Fig.2B hervorgeht (worin jede Teilung entlang der X-Achse 2 Millisekunden ist) - die Last an die Batterie angelegt und Strom über einen Zeitraum von 10 Millisekunden daraus entnommen. Der Test auf schwache Batterie zeigt kontinuierlich schwache Batterie an, und die Last wird von der Batterie entfernt, die fast sofort zur Leerlaufspannung von 3,8 V zurückkehrt. Die Batterie bleibt 4 Millisekunden lang auf der Leerlaufspannung, während der Kondensator CX wieder auf V+ geladen wird. Danach wiederholt sich die Entpassivierungsschleife, und eine Last wird erneut 10 Millisekunden lang an die Batterie angelegt, um Strom daraus zu entnehmen. Der Wert von CX ist so gewählt, daß die Spannung V+ den Betrieb des Mikroprozessors zuverlässig zumindest 10 Millisekunden aufrechterhält. Jede Entpassivierungswiederholung dauert 14 Millisekunden; wenn die Batterie zur Entpassivierung fähig ist, ist am Ende jedes Zyklus die Ausgangsspannung etwas höher als in Fig.2A dargestellt. Man beachte, daß in Fig.2A aus Gründen der Übersichtlichkeit nur einige wenige der 14 Millisekunden-Zyklen dargestellt sind. Mit dem Ansteigen der Ausgangsspannung der unter Last stehenden und einer Entpassivierung ausgesetzten Batterie im Verlauf der Zeit erreicht die Ausgangsspannung einen Wert, der über der 3 V-Schwelle liegt. Der Test auf schwache Batterie ergibt dann die Antwort "nein". Wenn dies eintritt, wird ½ Sekunde lang Strom aus der Batterie an das Gerät angelegt, um die Entpassivierung zu steigern, und der Entpassivierungszyklus kommt zu einem Ende, wie dies aus Fig.1 ersichtlich ist. Dies ist in Fig.2A durch den Abschnitt der Erholungseinhüllenden unmittelbar rechts von der Zeit dargestellt, wenn die Batterie zu einem brauchbaren

Leistungsabgabezustand zurückkehrt, der durch eine Ausgangsspannung von 3 V gekennzeichnet ist.

Für nur geringfügig passivierte Batterien könnte die obige Routine nur einige wenige Millisekunden dauern. Bei anderen (siehe Figuren 2A und 2B) kann sie etwa 3 Sekunden dauern. Im schlimmsten Fall dauert die Entpassivierung solange wie die 20-Sekunden-Betriebszeit des Zählers innerhalb des Mikroprozessors. Wenn am Ende dieser 20-Sekunden-Zeitspanne die Batterie noch nicht in einen brauchbaren Leistungsabgabezustand zurückgekehrt ist, kann der Benutzer die erfindungsgemäße Entpassivierungsroutine wieder starten, indem er einfach den Mikroprozessor und das dazugehörige Gerät ausschaltet und ihn bzw. es durch Betätigung des Schalters SX wieder einschaltet.

Es wurde eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung beschrieben und festgehalten, daß sie besonders für die motorgesteuerte Pipette der oben angeführten Patentschrift und laufenden Patentanmeldung geeignet ist. Man beachte jedoch, daß die vorliegende Erfindung auch für andere Lithiumbatteriegeräte mit oder ohne Mikroprozessorsteuerung geeignet ist. Solche Anwendungen sowie die Änderungen und Modifizierungen im hierin beschriebenen System und Verfahren, die für solche Anwendungen notwendig sind, liegen im Schutzbereich der vorliegenden Erfindung, der nur durch die folgenden Patentansprüche eingeschränkt ist.

#### PATENTANSPRÜCHE:

1. Vorrichtung zum Entpassivieren einer passivierten Lithiumbatterie (2 oder 14), umfassend:

ein erstes Mittel zur als augenblicksweise bezeichneten kurzzeitigen Stromentnahme aus der passivierten Batterie, um deren Entpassivierung zu bewirken; gekennzeichnet durch:

ein zweites Mittel (220, Vref, 246) zum Überwachen des Leistungsabgabezustands der Batterie und zum Steuern des ersten Mittels (5X, CRX, CX, VBATT, 220, 252, 261, 271) zur augenblickswiseen Stromentnahme aus der passivierten Batterie (2 oder 14), bis die Batterie in einen brauchbaren Leistungsabgabezustand zurückgekehrt ist.

2. Vorrichtung zur Entpassivierung einer passivierten Lithiumbatterie nach Anspruch 1, worin:

das zweite Mittel (220, Vref, 246) den Leistungsabgabezustand der Batterie (2 oder 14) periodisch überwacht und das erste Mittel (5X, CRX, CX, VBATT, 220, 252, 261, 271) betätigt, wenn die Batterie (2 oder 14) noch nicht in einen brauchbaren Leistungsabgabezustand zurückgekehrt ist.

3. Vorrichtung zur Entpassivierung einer passivierten Lithiumbatterie nach Anspruch 1 oder 2, umfassend:

ein Überwachungsmittel (220, 246) zum Erzeugen eines Signals für schwache Batterie, wenn die Batterie eine Ausgangsspannung liefert, die unterhalb eines vorbestimmten Werts liegt; und worin das zweite Mittel (220, Vref, 246) augenblicksweise das

Überwachungsmittel (220, 246) abfragt und als Reaktion auf ein Signal für schwache Batterie eine Wiederholung einleitet.

4. Vorrichtung zur Entpassivierung einer passivierten Lithiumbatterie nach Anspruch 3, worin das erste Mittel ein mikroprozessorgesteuertes Entpassivierungsmittel (220, 252, 261, 271) zur augenblicksweisen Stromentnahme aus der passivierten Batterie (2, 14) umfaßt und das zweite Mittel auf das Überwachungsmittel reagiert, um den Betrieb des ersten Mittels (5X, CRX, CX, VBATT, 220, 252, 261, 271) zyklisch zu wiederholen, bis der Betrieb des ersten Mittels (5X, CRX, CX, VBATT, 220, 252, 261, 271) Salzkristalle auf einer Elektrode in der Batterie verstreut bzw. auflöst und die Batterie in einen brauchbaren Leistungsabgabezustand zurückgeführt hat, um das Gerät mit Mikroprozessorsteuerung zu versorgen.

5. Vorrichtung zur Entpassivierung einer passivierten Lithiumbatterie nach Anspruch 1, umfassend eine Lithiumbatterie (2, 14) zur Entwicklung einer Ausgangsspannung V batt zur Versorgung eines Geräts mit Mikroprozessorsteuerung, wobei die Batterie (2, 14) während einer Zeitspanne der Nichtverwendung des Geräts passiviert werden kann;

eine Diode (CRX) und einen Kondensator (CX) in Reihenschaltung parallel zur Batterie (2, 14), wobei die Batterie (2, 14) in einem Leerlaufzustand den Kondensator (CX) lädt, um an ihm V+ zu entwickeln;

einen Mikroprozessor (220);

ein erstes Schaltungsmittel (R8) zum Verbinden von V+ mit dem Mikroprozessor (220), um diesen mit elektrischer Energie zu versorgen;

ein zweites Schaltungsmittel (252, 261), das durch den Mikroprozessor (220) gesteuert ist, um eine Schaltungsverbindung zwischen der Batterie (2, 14) und dem Gerät zu vervollständigen, um V batt an das Gerät anzulegen und Strom aus der Batterie (2, 14)

zu entnehmen, während der Mikroprozessor (220) durch V+ mit elektrischer Energie versorgt wird, wobei sich die Batterie (2, 14) ansonsten in einem Leerlaufzustand befindet, um den Kondensator (CX) erneut zu laden, und worin das zweite Mittel V batt überwacht und ein Signal für schwache Batterie an den Mikroprozessor anlegt, wenn V batt unterhalb eines vorbestimmten Schwellenwerts liegt; und das zweite Mittel (220, Vref, 246), das durch den Mikroprozessor (220) gesteuert wird und auf das Einschalten des Geräts nach einer Zeit der Nichtverwendung reagiert, um (i) das zweite Schaltungsmittel zur augenblicksweisen Stromentnahme aus der Batterie augenblicksweise zu betätigen und um (ii) das Überwachungsmittel hinsichtlich des Signals für schwache Batterie augenblicksweise abzufragen und als Reaktion darauf das zweite Schaltungsmittel wieder zu betätigen, um wiederum augenblicksweise Strom aus der Batterie zu entnehmen.

6. Vorrichtung zum Entpassivieren einer passivierten Lithiumbatterie nach Anspruch 5, worin der Mikroprozessor (220) beim Ausgeschaltetsein des Geräts durch einen Ruhemodus mit geringem Leistungsverbrauch gekennzeichnet ist und im Speicher den Zustand des Geräts zum Zeitpunkt des Abschaltens speichert, und worin der Mikroprozessor (22) programmiert ist, beim Einschalten des Geräts diesen Abschaltzustand aus dem Speicher zu lesen und das Gerät in den Zustand zum Zeitpunkt des Abschaltens zu versetzen.

7. Vorrichtung zum Entpassivieren einer passivierten Lithiumbatterie nach Anspruch 5, worin das erste Mittel (5X, CRX, CX, VBATT, 220, 252, 261, 271) ein Mittel zur Wiederholung des Betriebs des ersten Mittels (5X, CRX, CX, VBATT, 220, 252, 261, 271) enthält, bis ein solcher Betrieb die Salzkristalle auf einer Elektrode in der Batterie (2, 14) verstreut bzw. aufgelöst hat, um die Batterie (2, 14) zur Versorgung des Geräts in einen brauchbaren Leistungsabgabezustand zurückzuführen, oder bis eine vorbestimmte Zeitspanne verstrichen ist, je nachdem, was früher eintritt.

8. Vorrichtung zum Entpassivieren einer passivierten Lithiumbatterie nach Anspruch 7, worin das erste Mittel (5X, CRX, CX, VBATT, 220, 252, 261, 271) folgendes umfaßt:

ein Zählermittel, das durch den Betrieb des Mikroprozessors (220) einstellbar ist, um die vorbestimmte Zeitspanne zu messen bzw. zu zählen, und

ein durch den Betrieb des Mikroprozessors (220) einstellbares Zeitgebermittel zur Steuerung der Zeitspanne zwischen aufeinanderfolgenden Betätigungen des zweiten Schaltungsmittels (252, 261), wenn der Kondensator (CX) durch die Batterie (2, 14) auf V+ aufgeladen wird.

9. System zum Entpassivieren einer passivierten Lithiumbatterie und zum Freigeben und Sperren von Betriebsvorgängen eines durch die Lithiumbatterie versorgten und die Vorrichtung nach Anspruch 1 enthaltenden Geräts, weiters umfassend:

eine Lithiumbatterie (2, 14);

ein durch die Lithiumbatterie (2, 14) versorgtes Gerät;

worin das erste Mittel (5X, CRX, CX, VBATT, 220, 252, 261, 271) auf das Einschalten des Systems reagiert, um augenblicksweise Strom aus der Lithiumbatterie zu entnehmen, wenn sich diese in einem Passivierungszustand befindet, wobei der Strom ausreicht, um Salzkristalle auf einer Elektrode in der Batterie zu verstreuen bzw. aufzulösen und die Batterie in einen brauchbaren Leistungsabgabezustand zurückzuführen; weiters umfassend:

ein Mittel zum Sperren von Betriebsmerkmalen des Geräts während der Entpassivierung der Lithiumbatterie und zur Freigabe der gesperrten Betriebsmerkmale des Geräts, wenn sich die Lithiumbatterie in einem brauchbaren Leistungsabgabezustand befindet.



10. Verfahren zum Entpassivieren einer passivierten Lithiumbatterie in einem System, umfassend ein Mittel zur augenblickweisen Stromentnahme aus der Batterie, wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfaßt:

(a) die augenblicksweise Stromentnahme aus der passivierten Batterie;

(b) das Überwachen der Batterie hinsichtlich eines Zustandes geringer Leistungsabgabe; und

(c) während die Überwachung der Batterie anzeigt, daß sich die Batterie in einem Zustand geringer Leistungsabgabe befindet, das Steuern des Mittels zur augenblickweisen Stromentnahme aus der Batterie, um periodisch augenblicksweise Strom aus der Batterie zu entnehmen, bis die Batterie in einen brauchbaren Leistungsabgabezustand zurückgekehrt ist.

11. Verfahren zum Entpassivieren einer passivierten Lithiumbatterie nach Anspruch 9 in einer batteriebetriebenen Mikroprozessorsteuerung, worin:

das Überwachen des Leistungsabgabezustands der Batterie die Erzeugung eines Signals für schwache Batterie, wenn die Ausgangsspannung der Batterie unterhalb eines vorbestimmten Werts liegt, und das Laden des Kondensators auf V+ aus der Batterie in einem Leerlaufzustand umfaßt; weiters umfassend:

beim Einschalten des Geräts

(1) eine vollständige Energieversorgung des Mikroprozessors aus V+,

(2) die augenblicksweise Stromentnahme aus der Batterie durch die Vorrichtung, und

(3) die Überprüfung hinsichtlich eines Signals für schwache Batterie und, falls dieses vorhanden ist, das Stoppen der Stromentnahme aus der Batterie, das Ermöglichen des Wiederaufladens des Kondensators auf  $V+$  durch die Batterie und die anschließende Wiederholung der Schritte (2) und (3), und im Falle des Nichtvorhandenseins die Aufrechterhaltung der Stromentnahme-Schaltungsverbindung für die Batterie mit dem Gerät.

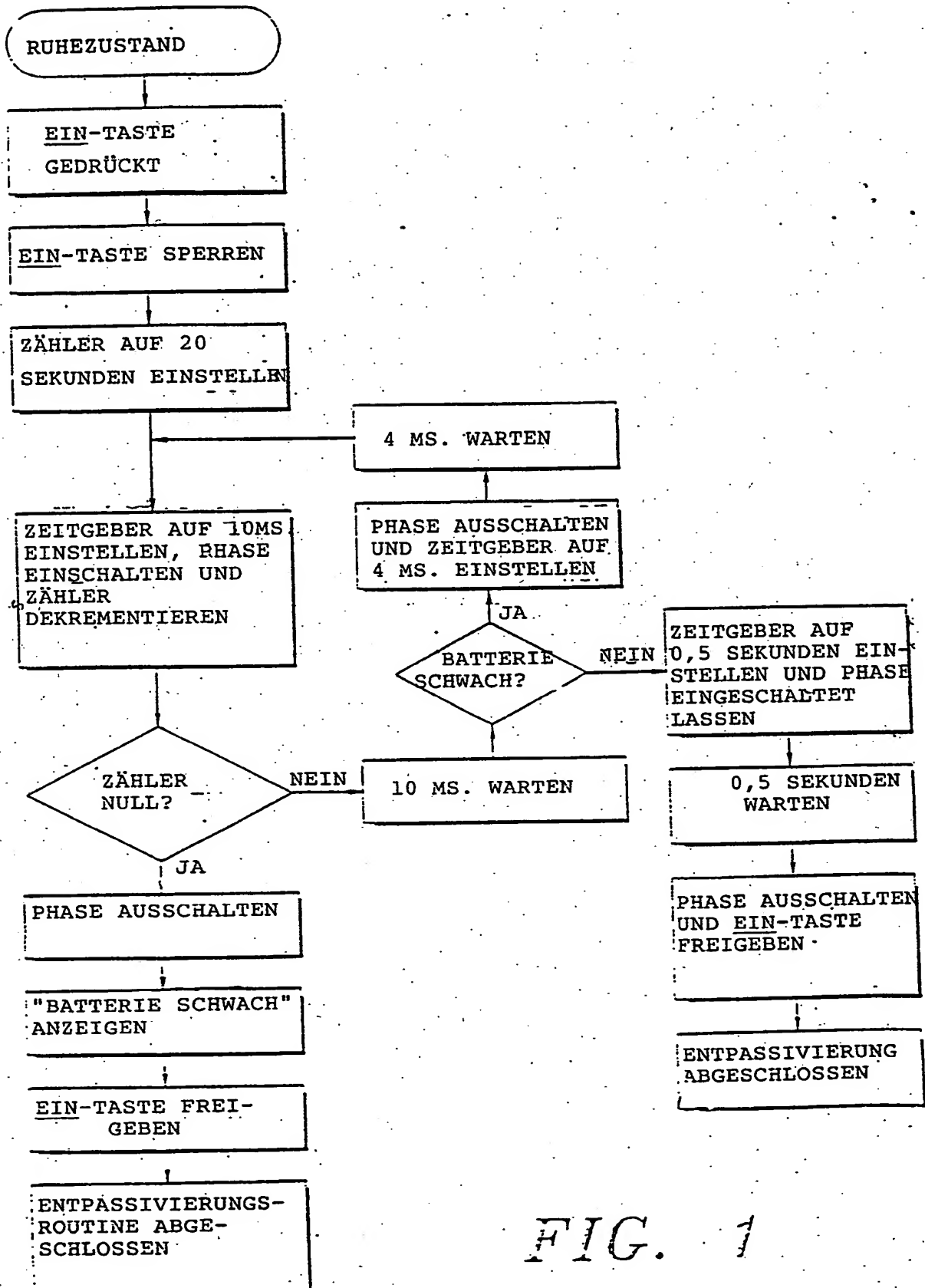


FIG. 1

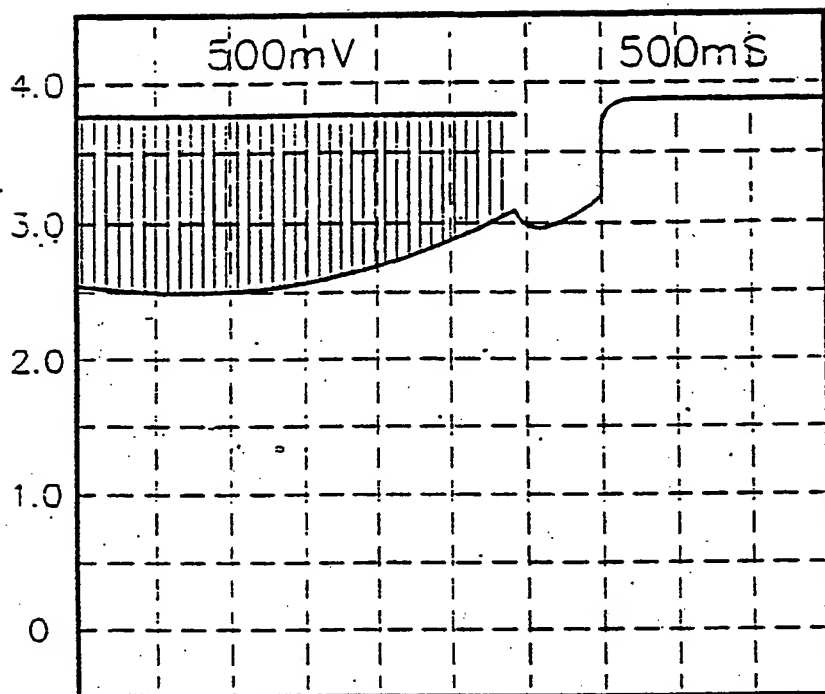
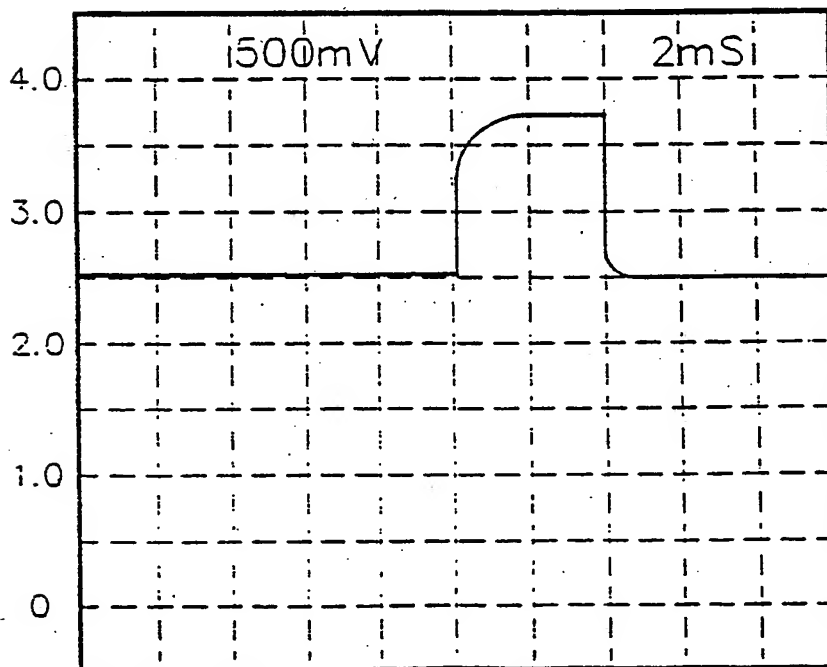
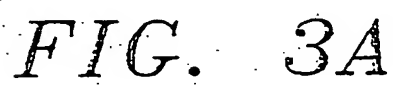
*FIG. 2A**FIG. 2B*

FIG. 3C

FIG. 3A      FIG. 3B      FIG. 3C



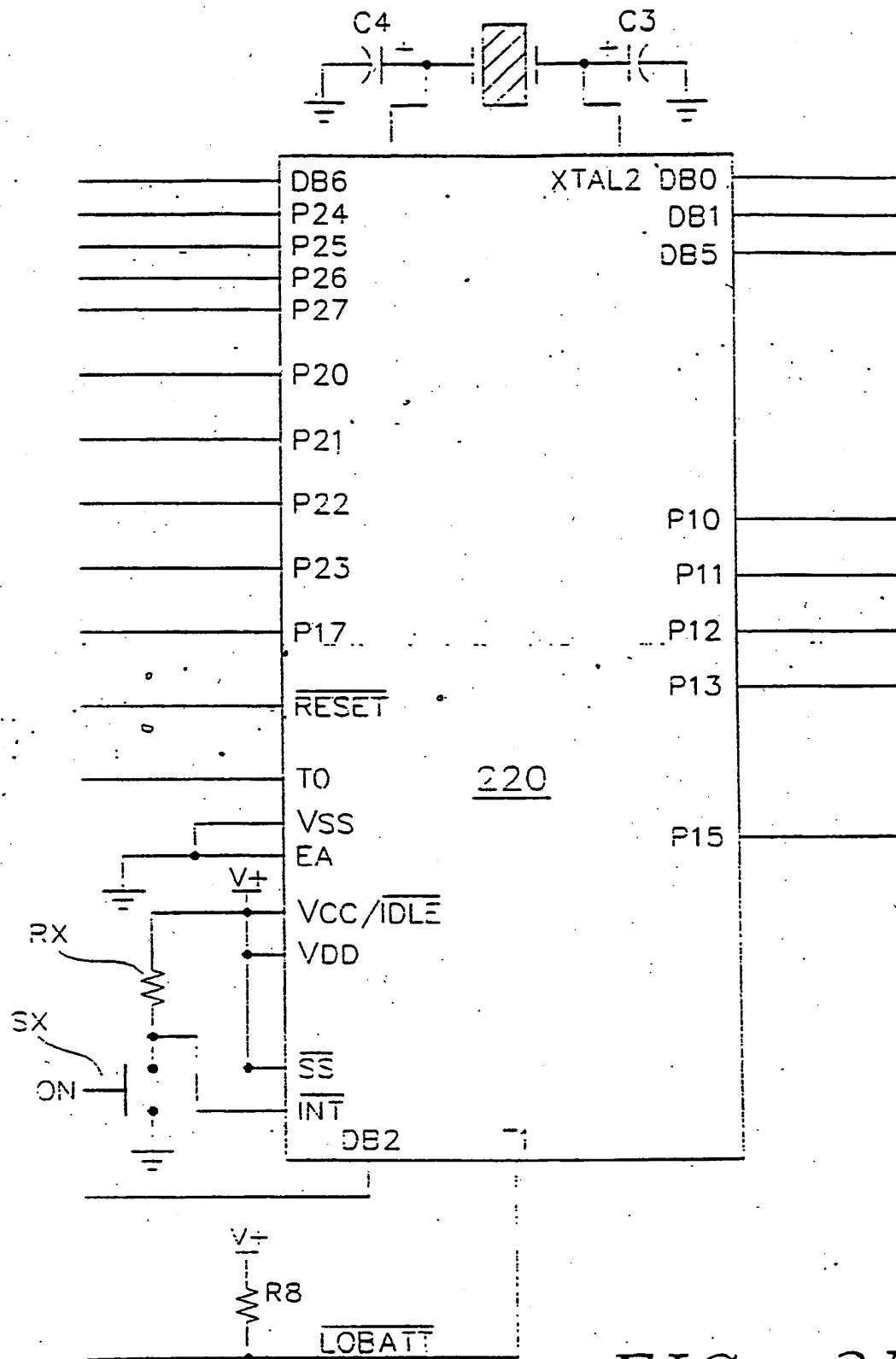


FIG. 3B

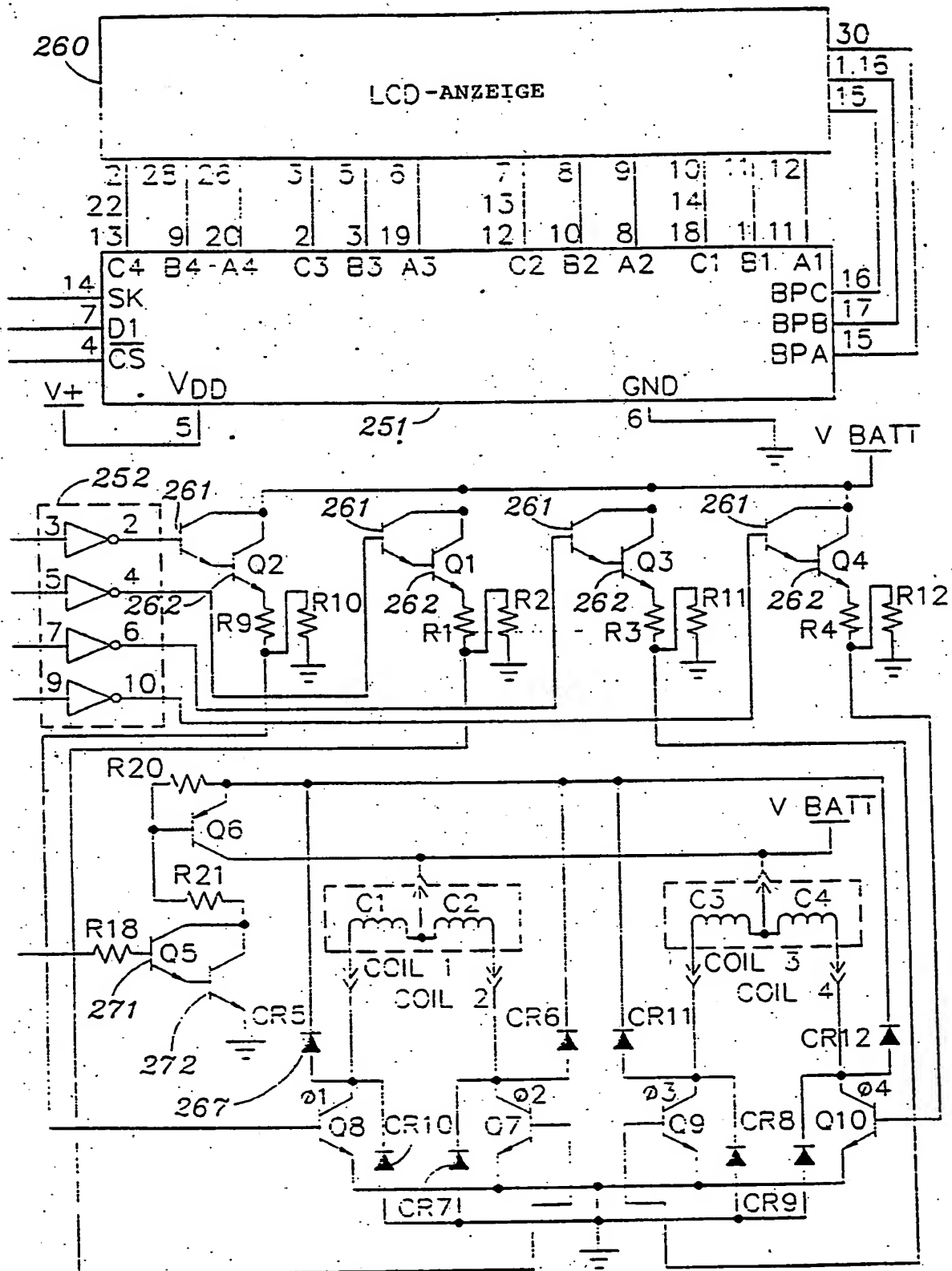


FIG. 3C

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**